

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08075666

(43)Date of publication of application: 22.03.1996

(51)Int.Cl.

G01N 21/88
G01B 11/30
G06T 7/00
G06T 1/00
G06T 7/60

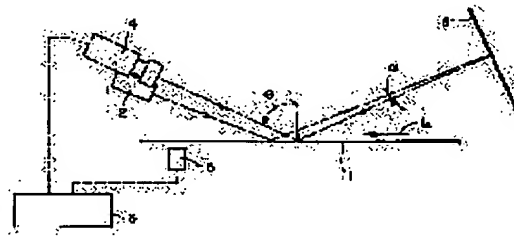
(21)Application number: 06211352 (71)Applicant: KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing: 05.09.1994 (72)Inventor: UCHIDA HIROYUKI
HIRATA TAKEHIDE(54) SURFACE INSPECTING APPARATUS USING REVERSE REFLECTION
SCREEN

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the detecting sensitivity of a defect by obtaining a clear image with less deviation of a focal point even if the imaging angle θ of a camera is increased in a surface inspecting apparatus using a reverse reflection screen.

CONSTITUTION: The reflected light that is reflected from a cold rolled steel sheet 1 is picked up with a line sensor camera 4 through a reverse reflection screen 3. The scanning period of the line sensor camera 4 is controlled with the moving speed signal of the cold-drawing steel plate 1 from a speedmeter 5. The two-dimensional image is formed with the intensity of the picked up image signal being corrected. Even if the imaging angle θ is large, the blur of the image does not occur.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-75666

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 N 21/88

Z

G 0 1 B 11/30

E

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/ 62

4 0 0

15/ 64

C

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平6-211352

(22) 出願日

平成6年(1994)9月5日

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 内田 洋之

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社鉄鋼開発・生産本部鉄鋼研究所内

(72) 発明者 平田 丈英

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社鉄鋼開発・生産本部鉄鋼研究所内

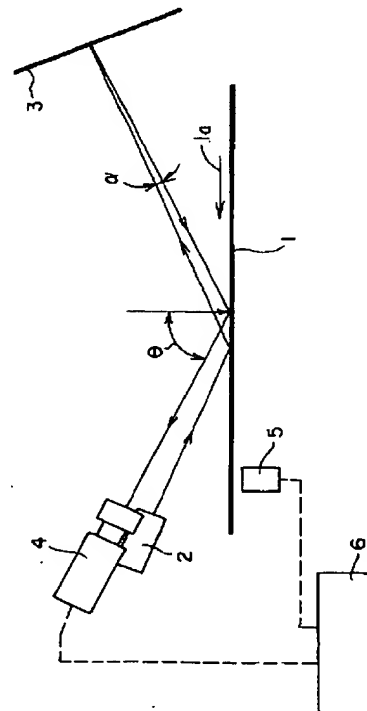
(74) 代理人 弁理士 小杉 佳男 (外2名)

(54) 【発明の名称】 逆反射スクリーンを用いた表面検査装置

(57) 【要約】

【目的】逆反射スクリーンを用いた表面検査装置において、カメラ12の撮像角度 θ を大きくしても焦点のずれの少ない鮮明な画像が得られるようにし、欠陥検出感度を高くする。

【構成】逆反射スクリーン3を経て冷延鋼板1から反射された反射光をラインセンサカメラ4で捕らえる。速度計5からの冷延鋼板1の移動速度信号によりラインセンサカメラ4の走査周期を制御し、撮像信号の強度を補正しながら二次元画像を生成する。撮像角度 θ が大きくても画像のぼけが発生しない。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 逆反射スクリーンを用いた表面検査装置において、撮像素子が一次元状に並んだ撮像手段と、被検査材の移動速度または被検査材の搬送速度を検出する速度検出手段と、該速度検出手段からの信号により前記撮像手段で撮像した撮像信号を処理する画像処理装置とを備えたことを特徴とする逆反射スクリーンを用いた表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、逆反射スクリーンを用いて凹凸性の表面欠陥を検出する装置に関するものであり、特に、冷延鋼板の製造プロセスのように、製造ラインにおけるシート状の被検査表面をインプロセスにて検査する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 逆反射スクリーンを用いて表面の凹凸性の欠陥を検出する原理については、文献 Theory and applications of a surface inspection technique using double-pass retroreflection (Optical Engineering, September 1993, vol. 32 No. 9) に記載されており、本装置を用いて自動車外板、プラスチック等に適用するための技術について、特開平 6 - 2 6 8 4 4 号公報、特開平 6 - 3 4 3 4 9 号公報、特開平 6 - 7 4 9 1 3 号公報、特開平 6 - 1 4 8 0 8 2 号公報に開示されている。

【0003】 図 7 は逆反射スクリーンを用いた表面検査装置の基本構成を示す図である。また、図 2 は被検査面が平坦な場合の図 7 の YZ 断面の概略図である。逆反射スクリーンを用いた表面検査装置は、逆反射スクリーン 3 と光源 2 と光源 2 の上部近くに配置したカメラ 1 2 とから構成される。光源 2 と逆反射スクリーン 3 の間に被検査材 1 1 を配置し、光源 2 の光が被検査材 1 1 の表面で反射し、逆反射スクリーン 3 に向かうように配置される。逆反射スクリーンはその表面に直径約 $60\mu\text{m}$ のビーズ状反射球が敷き詰められているので、逆反射スクリーン 3 に入射する光を入射光軸とほぼ同じ方向に反射する特性を有している。

【0004】 光源 2 からの光は被検査材 1 1 の表面で反射し、逆反射スクリーン 3 のビーズ状反射球に入った後、入射光軸とほぼ同じ方向に反射し、再び被検査材 1 1 のほぼ同じ位置の表面で反射して光源 2 の上部近くに配置したカメラ 1 2 によって捕らえられる。この構成によって、被検査材 1 1 の表面の凹凸の変化が光学的に強調されるために、カメラ 1 2 で撮像した画像により、凹凸欠陥の検出を容易に行うことができる。

【0005】 次に逆反射スクリーンを用いた表面検査装置により、凹凸欠陥が光学的に強調される原理を図 3 で

説明する。被検査材 1 1 の表面の B - C 点間に凹部があり、A 点、D 点は平坦である場合である。逆反射スクリーン 1 3 に敷き詰められているビーズ状反射球 2 1 は入射光 3 1 に対して図示するような指向性の反射光として散乱し強度分布 2 2 を有する。

【0006】 光源の上部近くに矢印 3 3 方向に配置された図示しないカメラは逆反射スクリーン 1 3 からの反射光 3 2 が被検査材 1 1 の表面で再反射する光を捕らえている。カメラ方向から見ると、被検査材の平坦な A 点、D 点では逆反射スクリーン 1 3 の各ビーズ状反射球の入射光軸に対して反時計方向に角度 α で反射される中間強さの光で照射されているので、カメラの画像は中間的な明るさとなる。

【0007】 一方、カメラ方向から見ると、B 点（カメラからみて下り坂）では反射角 β の強い光で照射され、C 点（カメラから見て上り坂）では反射角 γ の弱い反射光で照射されている。従って、カメラ 1 2 の画像は平坦な A 点、D 点に比較して、B 点のカメラから見て下り坂では明るく、C 点のカメラから見て上り坂では暗くなる。

【0008】 このようにして、逆反射スクリーンを用いた表面検査装置では、表面の凹凸や欠陥が光学的に強調された画像として撮像できるので、被検査材 1 1 の欠陥の検出を行うことができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 逆反射スクリーンを用いた表面検査装置においては、欠陥の検出感度を上げるためには、カメラ 1 2 の撮像角度をできるだけ大きくする方がよい。すなわち、図 2 に示す撮像角度、すなわち被検査材 1 1 の表面の法線と撮像光とのなす角度 θ を大きくし、カメラ 1 2 が被検査材 1 1 を斜めから撮像することにより、被検査材 1 1 の表面における反射光の指向性を高める効果が得られるからである。図 4 は、凹状の欠陥、凸状欠陥に対してカメラ 1 2 の撮像角度 θ を変えた場合の欠陥像の感度を調べたものである。ここでは、欠陥の検出能を図 5 に示すような欠陥信号の輝度比を用いて評価した。図 4 で明らかなように、撮像角度 θ が大きくなるにつれて欠陥信号の輝度比が高くなり、欠陥の検出能がよくなることが示されているが、あまりに撮像角度 θ が大きくなると欠陥検出能が悪くなることもわかる。これは、撮像角度 θ が大きくなるにつれてカメラ 1 2 の撮像レンズの焦点面と被検査材 1 1 の表面とのなす角度が大きくなり、被検査材 1 1 の一部分しか焦点が合わなくなるためである。

【0010】 本発明はカメラ 1 2 の撮像角度を大きくしても焦点ずれの少ない鮮明な画像が得られ、欠陥検出感度を高くする手段を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明は、逆反射スクリーンと光源とを光源からの光が被検査材の表面で反射し

て前記逆反射スクリーンに向かう相対的な位置に配置し、被検査材の表面を前記光源で照射したときの反射光を、逆反射スクリーンで被検査材の表面に戻し、被検査材の表面で再反射した光を光源の近くに配置したカメラで撮像することにより、被検査材の表面の欠陥部の凹凸変化を強調された明暗画像として得る逆反射スクリーンを用いた表面検査装置の改善に関するもので、その特徴的な技術手段として、撮像素子が一次元状に並んだ撮像手段と、被検査材の移動速度または被検査材の搬送速度を検出する速度検出手段と、この速度検出手段からの信号により前記撮像手段で撮像した撮像信号を処理する画像処理装置とを備えたことを特徴とする逆反射スクリーンを用いた表面検査装置を提供するものである。

【0012】

【作用】本発明によれば、ラインセンサカメラによって被検査材の幅方向、すなわち逆反射スクリーンと平行な方向のみの画像信号が得られる。この画像信号はカメラの撮像角度 θ によらず、レンズの焦点があったボケのない信号である。被検査材がシート状であり、製造ラインにてインプロセス検査を行う場合は、ライン速度に応じてラインセンサカメラの操作タイミングを制御し、被検査材の長手方向に常時一定の間隔で撮像信号を取り込んで重ね合わせるようにして二次元画像が得られる。このようにして得られた被検査材の二次元画像は、あたかもカメラが被検査材表面の法線方向から撮像するように、ピントのずれない画像となっている。従って、被検査材の移動速度を用いてラインセンサカメラを制御するような画像処理装置を備えることによって、被検査材の凹凸性欠陥を逆反射スクリーンによる欠陥検出原理に従って検出することができるのである。また、例えば、プレス成形後の自動車外板をバッチ的に検査するような例では、被検査材を搬送テーブルに載せて移動し、この移動信号を画像処理装置が受信することによって上述のインプロセス検査と同じ効果が得られる。

【0013】

【実施例】図1は本発明による逆反射スクリーンを用いた表面検査装置の一実施例の構成を示す図であり、冷延鋼板の製造プロセスにおけるインライン検査に適用したものである。図1において、被検査材である冷延鋼板1の表面にて光源2から発せられた光が反射し、逆反射スクリーン3によって再度冷延鋼板1の表面に照射される。図3に示すように、照射される光は、逆反射スクリーン3の表面のビーズ状反射球によって、図3に示すような散乱強度分布22を有しており、冷延鋼板1の表面で再反射した光がラインセンサカメラ4によって捕らえられる。ラインセンサカメラ4の撮像信号が凹凸を光学的に強調された信号となっていることは、先に説明した通りである。

【0014】さらに、製造ラインに設置されている鋼板速度計5によって測定された被検査材である冷延鋼板1

の移動速度が画像処理装置6に伝送される。画像処理装置6は冷延鋼板1の移動速度に応じてラインセンサカメラ4の走査周期を制御し、かつ走査周期を制御することによって生じるラインセンサカメラ4の撮像素子の露光時間の変化、すなわち、撮像信号の強度を補正しながら順次撮像信号を合成し、二次元画像を生成する。このようにして得られた二次元画像は、ラインセンサカメラ4の焦点が常時図1に示す撮像部分に合致しているから、斜め方向から撮像しても画像のボケは発生しない。画像処理装置6はこのようにして得られた画像から欠陥検出に必要な処理を施すことができるので、欠陥検出感度を高くすることができる。また、ラインセンサカメラ4の走査周期を制御することによって、冷延鋼板1の長手方向1a（この場合、鋼板の移動方向）に一定の分解能で撮像できるので、撮像画像の大きさを補正する必要がない。

【0015】図6は、本発明による効果を示すものであり、凹状欠陥について従来装置による撮像結果との比較例を示している。図6の比較例では、ラインセンサカメラの一画素当りの撮像分解能は、従来装置におけるカメラの幅方向を分解能と一致するように設定した。また、被検査材である欠陥サンプルを搬送テーブルで一定速度で移動させながら、搬送テーブルを駆動させるモータードライバーのパルス信号と同期させてラインセンサカメラの走査周期を制御し、サンプルの移動方向についても本発明による実施例の撮像分解能と従来装置におけるカメラ分解能が一致するようにした。図6に示すように、撮像角度 $\theta = 75$ 度を越えても欠陥画像輝度比は低下せず、欠陥検出感度が向上していることが確かめられる。

【0016】上述の実施例では、二次元画像を生成してから欠陥検出処理を行うようにしたが、ラインセンサカメラ4の撮像信号を処理し、欠陥信号が抽出された部分のみを画像処理して欠陥の種類、等級などを判定するようにしてもよい。また、被検査材が連続的に移動していない場合は、被検査材を搬送テーブルに載せて移動し、搬送テーブルの移動信号を画像処理装置6が受信することによってインプロセス検査と同じに作用させることができる。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、逆反射スクリーンを用いた表面検査装置において、カメラの撮像角度を大きくしても焦点ずれの少ない鮮明な画像が得られるので、検査装置の欠陥検出感度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による逆反射スクリーンを用いた表面検査装置の一実施例の構成を示す図である。

【図2】従来の逆反射スクリーンを用いた表面検査装置の機器構成を示す図である。

【図3】逆反射スクリーンによって凹凸が強調される原理を説明する図である。

【図 4】カメラの撮像角度と欠陥像の感度の関係を示す図である。

【図 5】欠陥信号の輝度比を説明する図である。

【図 6】本発明による効果を示す図である。

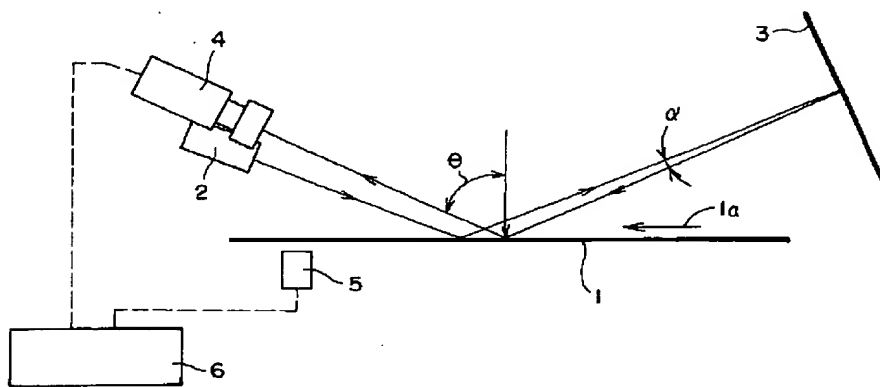
【図 7】従来の逆反射スクリーンを用いた表面検査装置の機器構成を示す図である。

【符号の説明】

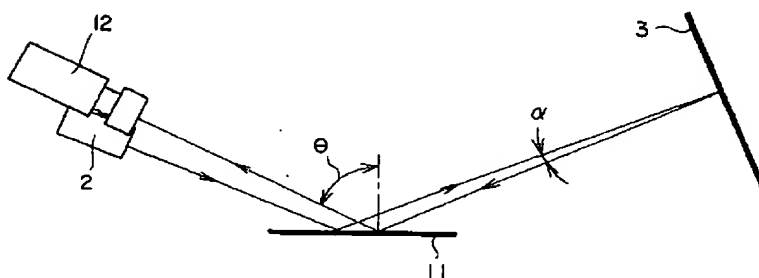
- 1 冷延鋼板
2 光源
3 逆反射スクリーン

- 4 ラインセンサカメラ
5 鋼板速度計
6 画像処理装置
11 被検査材
12 カメラ
21 ビーズ状反射球
22 反射光強度分布
31 入射光
32 反射光
33 矢印

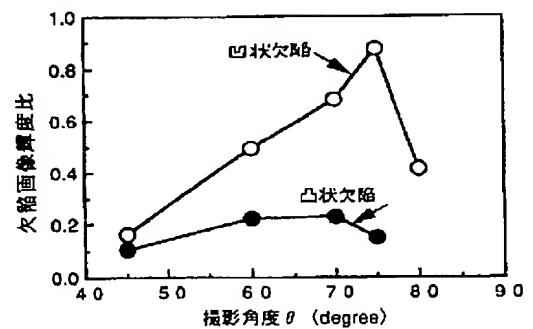
【図 1】



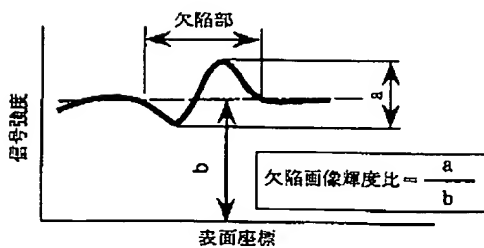
【図 2】



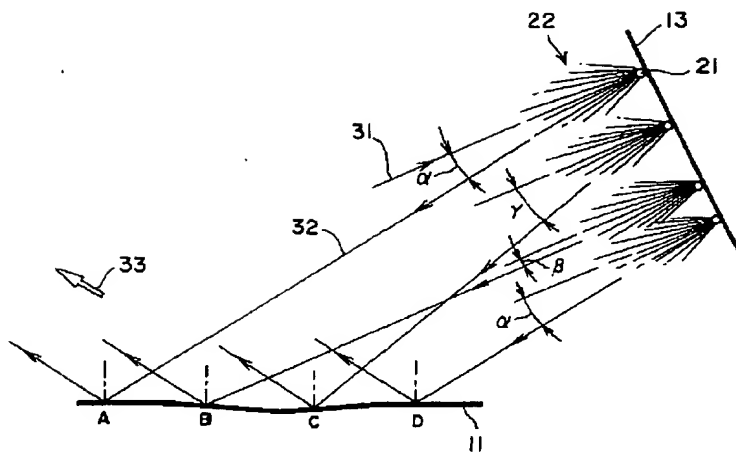
【図 4】



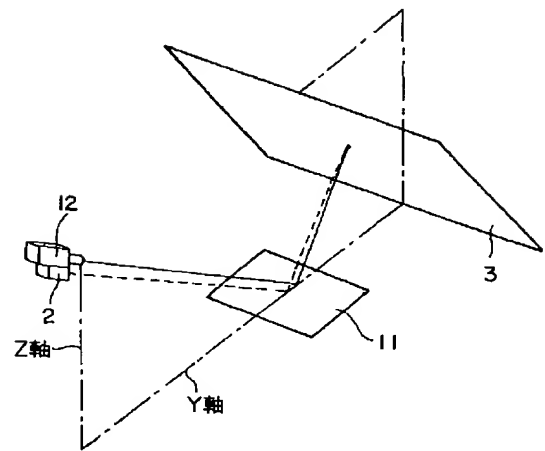
【図 5】



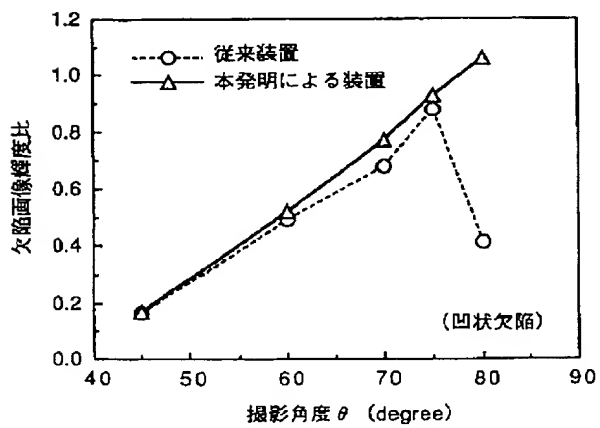
【図 3】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

G 0 6 T 1/00

7/60

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9061-5H

G 0 6 F 15/70

3 5 0 G